

PAT-NO: JP360009153A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 60009153 A
TITLE: ADJUSTMENT OF RESISTANCE VALUE OF RESISTOR INSIDE
SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT
PUBN-DATE: January 18, 1985

INVENTOR-INFORMATION:
NAME

MIZUKOSHI, KATSURO
HONGO, MIKIO
MIYAUCHI, TAKEOKI
KAWANABE, TAKAO
INOUE, MORIO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

APPL-NO: JP58116160

COUNTRY

N/A

APPL-DATE: June 29, 1983

INT-CL (IPC): H01L027/04, H01L027/01, H01L021/225, H01L021/268

US-CL-CURRENT: 257/E21.004, 438/530, 438/FOR.153

ABSTRACT:

PURPOSE: To adjust the resistance value of a resistor to a resistance value, which is needed, by a method wherein a decrease or a increase of the resistance value is performed by that impurities of the same conductive type as that of impurities doped the polycrystalline silicon resistor are further diffused in the resistor by performing a laser heating and the resistance value thereof is made to decrease, or, that impurities of the opposite conductive type are diffused in the resistor and the resistance value thereof is made to increase.

CONSTITUTION: A polycrystalline silicon resistor 11, wherein impurities of an N type conductive type have been doped, is formed on an Si substrate 1 through an SiO₂/SB film 2 and both ends thereof are connected to other elements through Al wirings 12A and 12B. A polycrystalline silicon layer 14, wherein impurities of a P type conductive type have been doped in a high concentration, is insularly formed on the polycrystalline silicon resistor 11 through an SiO₂/SB film 13, and an SiO₂/SB film 15, a phosphoric glass layer 16 and an SiO₂/SB layer or an Si₃N₄/SB layer, or, a final passivation film 17 consisting of both of the SiO₂/SB layer and the Si₃N₄/SB layer are formed thereon. Then, the phosphoric glass film 16 is irradiated with a laser beam through the SiO₂/SB films 13 and 15, while the resistance value existing in a 10μm long part of the film 16 is being measured, and the irradiation is stopped at a point when a prescribed resistance value has been obtained, thereby enabling to adjust the resistance value to an arbitrary resistance value.

COPYRIGHT: (C)1985, JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭60—9153

⑪ Int. Cl.⁴

H 01 L 27/04

27/01

// H 01 L 21/225

21/268

識別記号

庁内整理番号

P 8122—5F

6370—5F

7738—5F

⑬ 公開 昭和60年(1985)1月18日

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 半導体集積回路内抵抗体の抵抗値調整方法

⑮ 特 願 昭58—116160

⑯ 出 願 昭58(1983)6月29日

⑰ 発 明 者 水越克郎

横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内

⑱ 発 明 者 本郷幹雄

横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内

⑲ 発 明 者 宮内建興

横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内

⑳ 発 明 者 川那部隆夫

小平市上水本町1450番地株式会
社日立製作所武蔵工場内

㉑ 発 明 者 井上盛生

小平市上水本町1450番地株式会
社日立製作所武蔵工場内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台4丁
目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 秋本正実

明 細 書

発明の名称 半導体集積回路内抵抗体の抵抗値
調整方法

特許請求の範囲

1. 半導体集積回路内に形成され、第1導電型の不純物が所定の面に近い濃度にドーパされ、パッシベーション膜で被覆されている多結晶シリコン抵抗体の近傍に第1導電型の不純物を含む膜および上記第1導電型とは反対の第2導電型の不純物を含む膜を設けておき、上記パッシベーション膜を通して、上記抵抗体の抵抗値を低下させたいときは上記第1導電型の不純物を含む膜の所定の領域を、上記抵抗値を増大させたいときは上記第2導電型の不純物を含む膜の所定の領域をレーザー・ビームで照射し、加熱することによって上記不純物を含む膜から上記抵抗体に向って上記不純物を拡散させ、上記抵抗値を低下または増大させることを特徴とする半導体集積回路内抵抗体の抵抗値調整方法。

2. 上記照射が上記抵抗体の一定面積で行なわ

れ、上記抵抗体の抵抗値の制御が上記拡散の程度を制御することによって行なわれることを特徴とする、特許請求の範囲第1項記載の半導体集積回路内抵抗の抵抗値調整方法。

3. 上記不純物の拡散の程度の制御が上記レーザーの照射時間またはパルス数を制御することによって行なわれることを特徴とする、特許請求の範囲第2項記載の半導体集積回路内抵抗の抵抗値調整方法。

4. 上記抵抗体の抵抗値の制御がレーザー・ビームで照射する面積を制御することによって行なわれることを特徴とする、特許請求の範囲第1項記載の半導体集積回路内抵抗の抵抗値調整方法。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は、レーザーを使用する、半導体集積回路内に形成された抵抗体の抵抗値調整方法に関する。

〔発明の背景〕

近年、半導体集積回路は高集積化・高性能化が要求されて来ている。そのため、半導体集積回路

内に形成されている抵抗体の抵抗値を、半導体集積回路完成後に、全体の特性を測定しながら調整する手法が行なわれるようになった。この抵抗値の調整にはレーザが用いられている。この方法は、セラミック基板上に形成された厚膜あるいは薄膜抵抗体の調整に一般的に用いられている方法に類似している。すなわち、第1図に示すように、Si基板1上にSiO₂膜2等によつて絶縁されて酸化タンタル、クロムシリコン、多結晶シリコン等で形成された抵抗体3の一部をレーザ・ビーム4を用いて除去し、電極5Aと5Bの間の抵抗値を調整するか、第2図に示すように抵抗体3にスポット加工（加工跡6）を施し、抵抗値を調整するか、または第3図に示すように梯子段状の抵抗体7を切断することにより、電極5Aと5Bの間の抵抗値を調整する方法が用いられていた。

しかし、これらの方法は、いずれも形成された抵抗体の一部を除去するものであり、本来の抵抗値より増大させることにより調整を行なうため、抵抗値が必要とする値より高い場合には、調整不

可能であつた。また、抵抗値の調整は半導体集積回路完成後に行なうために、回路全体がパッシベーション膜でコートされており、レーザ除去部ではパッシベーション膜も除去されてしまい、信頼性の観点から、その部分を再度パッシベーション膜でコートする必要があつた。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、以上述べた従来技術の欠点を除去し、予め作成された抵抗値を増大させるだけでなく、低下させることも可能で、かつパッシベーション膜に損傷を与えない半導体集積回路内抵抗体の抵抗値調整方法を提供することである。

〔発明の概要〕

上記目的を達成するため、本発明による半導体集積回路内抵抗体の抵抗値調整方法は、半導体集積回路内に形成され、第1導電型の不純物が所定の価に近い濃度にドーパされ、パッシベーション膜で被覆されている多結晶シリコン抵抗体の近傍に第1導電型の不純物を含む膜および上記第1導電型とは反対の第2導電型の不純物を含む膜を

設けておき、上記パッシベーション膜を通して、上記抵抗体の抵抗値を低下させたいときは上記第1導電型の不純物を含む膜の所定の領域を、上記抵抗値を増大させたいときは上記第2導電型の不純物を含む膜の所定の領域をレーザ・ビームで照射し、加熱することによつて上記不純物を含む膜から上記抵抗体に向つて上記不純物を拡散させ、上記抵抗値を低下または増大させることを要旨とする。すなわち、本発明は、不純物をドーパした多結晶シリコンを抵抗体として用い、この多結晶シリコン抵抗体にドーパされている不純物と同じ導電型の不純物をさらにレーザ加熱により拡散させて抵抗値を低減させるか、または反対導電型の不純物を拡散させて抵抗値を増加させることにより、抵抗値の低減または増大を図り、必要な抵抗値に調整するものである。

上記抵抗体の抵抗値は、照射を抵抗体上の一定面積で行ない、照射量を変えることによつても、単位面積当りの照射量を一定に保ち、照射面積を変えることによつても行なうことができる。照射

量を変えるには、照射時間またはパルス数を変えるのが便利である。

以下に、図面を参照しながら、実施例を用いて本発明を一層詳細に説明するが、それらは例示に過ぎず、本発明の枠を越えることなしにいろいろな変形や改良があり得ることは勿論である。

〔発明の実施例〕

第4図は、本発明の抵抗値調整方法を適用するための、半導体集積回路上に形成された抵抗体を示す。第4図(a)は平面図、第4図(b)はその断面図である。Si基板1上に、SiO₂膜2を介してn導電型の不純物がドーパされた多結晶シリコン抵抗体11が形成され、その両端はAL配線12Aおよび12Bを介して他の素子（例えばダイオードやトランジスタ）に接続されている。多結晶シリコン抵抗体11上にはSiO₂膜13を介してp導電型の不純物が高濃度にドーパされた多結晶シリコン層14が島状に形成され、その上にSiO₂層15、磷ガラス層16、SiO₂層あるいはSi₃N₄層、あるいはその両方からなる最終パッシベーション膜17が形成され

ている。

一般に、多結晶シリコン抵抗体11はn導電型の不純物として磷がドーパされた50～500nmの厚さで、シート抵抗値は数10 Ω /□～数100k Ω /□に形成される。また、SiO₂層13および15はそれぞれ膜厚が50～300nm、p導電型不純物がドーパされた多結晶シリコン層14は厚さ50～500nmで抵抗体11と同程度の不純物濃度を持つており、磷ガラス膜16は磷濃度が1～10モル%で厚さが100～1000nm、最終パッシベーション膜17は100～4000nmの厚さである。

ここで、試料として、多結晶シリコン抵抗体11は磷がドーパされた多結晶シリコンで、膜厚300nm、シート抵抗値10k Ω /□、幅5 μ m、長さ30 μ mに形成され、SiO₂膜13、15にはそれぞれ膜厚70nmのもの、磷ガラス膜16には4モル%、膜厚400nmのもの、パッシベーション膜17にはSi₃N₄の単層膜で膜厚1000nmのものが使用された。

第4図に示す多結晶シリコン抵抗体の所定の領域を第5図に示す光学系を用いてレーザー・ビーム

で照射する。すなわち、第5図に示す光学系は、レーザー発振器(図示せず)より発振されたレーザー光21を任意の寸法に成形できる可変スリット22により、抵抗体11への照射形状に合致した矩形に成形し、対物レンズ23が可変スリット22の実像を結ぶ位置に置かれた抵抗体11に、絶縁膜17、16、15、13を透過して、対物レンズ23の倍率の逆数の大きさで集光し、投射する構成になっている。なお、第5図において、抵抗体11の上に形成されている層は省略して示してある。またレーザー発振器はN₂レーザー励起ダイ・レーザーで、レーザー光の波長は510nm、パルス幅は半値幅で6nsである。

ここで、第4図に示した多結晶シリコン抵抗体11に対して、その上にp導電型不純物がドーパされた島状の多結晶シリコン層14のない部分、すなわちSiO₂膜13、15を介して磷ガラス膜16が存在する部分の長さ10 μ mにレーザーを投射した。この時の照射レーザー・パルス数と抵抗値の関係を第6図に示す。レーザー照射前に約60k Ω であつた抵抗値が照射パルス数とともに低下し、10～30パルス

で比較的急激な変化を示し、50パルス以後は41k Ω の一定の値を有し、殆んど変化しなかつた。このことから、抵抗値を測定しながらレーザー・ビームで照射し、所定の抵抗値が得られた時点で照射を停止することにより、60k Ω と41k Ω の間の任意の抵抗値に(パルス照射によるため、連続的ではなく段階的に変化するが)調整することができる。

つぎに、第4図に示した多結晶シリコン抵抗体11をその上に形成されているp導電型不純物がドーパされた島状の多結晶シリコン層14上のSiO₂膜15、磷ガラス膜16、パッシベーション膜17を通して長さ5 μ mの領域内でレーザー・ビームで照射した。この時の照射レーザー・パルス数と抵抗値の関係を第7図に示す。レーザー照射前に約60k Ω であつた抵抗値が30～60パルスで比較的急激な変化を示し、70パルス以後は84k Ω の一定の値を持ち、殆んど変化しなかつた。このことから、所定の抵抗値が得られた時点でレーザー照射を停止することにより60k Ω と84k Ω の間の任意の抵抗値に(パルス照射のため、連続的ではなく段階的に変化するが)

調整することができる。すなわち、第4図に示す多結晶シリコン抵抗体に対してレーザー照射位置を選ぶことにより、初期値60k Ω から出発して41～84k Ω の間の任意の抵抗値に調整できることになる。この時の照射レーザー・パワー密度を1～2パルスで多結晶シリコン抵抗体11に除去加工を施すことができるパワー密度の1/2に設定したが、100パルス照射後でも、パッシベーション膜17に何らの損傷または痕跡も見い出せなかつた。

以上に述べた実施例では、抵抗値の調整範囲は初期値に対して、±30%程度であるが、この調整範囲は、多結晶シリコン抵抗体11とその周辺の構成により可変であることは明らかである。すなわち、多結晶シリコン抵抗体11の上に形成されるp導電型不純物がドーパされた島状の多結晶シリコン層14の、多結晶シリコン抵抗体11を覆う長さ(電極5Aと5Bを結ぶ方向)を大きくし、かつレーザー照射する長さを大きくするか、あるいは、p導電型不純物がドーパされた島状の多結晶シリコン層14の不純物濃度を上げることにより、抵抗

値はより高くまで調整可能となり、また、 p 導電型の不純物がドーブされた島状の多結晶シリコン層14に覆われない部分(長さ)を大きくとり、かつレーザを投射する長さを大きくすることにより、抵抗値はより低くまで調整可能となる。

さらに、本実施例では、多結晶シリコン抵抗体11として n 導電型不純物がドーブされた多結晶シリコンを使用した。また、 p 導電型の不純物がドーブされた多結晶シリコンを抵抗体として用い、その上に形成される島状の多結晶シリコン層として n 導電型の不純物でドーブされたものを用い、かつ燐ガラスの代りにボロンガラスを形成することにより、全く同様に抵抗値の増大または低減を任意に行なうことができることは明らかである。

以上の実施例においては、多結晶シリコン抵抗体14と同一導電型の不純物を含む膜(第4図(b)では燐ガラス層16)も反対導電型の不純物を含む膜(第4図(b)では多結晶シリコン膜14)も多結晶シリコン抵抗体14の上に設けられているが、それらの膜は必ずしも抵抗体14の上にある必要はなく、

ではなく、多結晶シリコン層に加熱に必要なエネルギーを供給できないことになる。波長が $1.1\mu\text{m}$ 以上になると、レーザ光は Si を透過し、多結晶シリコン層を加熱しないから、使用されるレーザ光の波長は 400nm と $1.1\mu\text{m}$ の間になければならない。

中間透過層である SiO_2 膜13および15はフッ素フッシリケート化またはボロシリケート化したり、それらの膜にピンホールが生じたりするが、最終パッシベーション膜17にピンホールが生じたり、それが除去されたりすることがない限り集積回路全体としては問題にならない。

第8図は本発明の第2の実施の態様による半導体集積回路内抵抗の抵抗値調整方法を説明するための平面図である。第8図に示すように、第4図に示した多結晶シリコン抵抗体11上のレーザ照射領域24Aの長さを $2\mu\text{m}$ とし、前に述べたレーザ照射条件で50パルス照射し、つぎにレーザ照射領域を $2\mu\text{m}$ 移動させて、レーザ照射領域24Bに50パルス照射する。これを順次繰返すことにより、抵抗値は段階的に低下した。すなわち、第9図に示

すように、レーザ・ビームで加熱されたとき、そこに含まれている不純物が抵抗体14を囲んでいる絶縁膜(第4図(b)においては、 SiO_2 膜13、または SiO_2 膜13と15)を通して多結晶シリコン抵抗体まで拡散できるような近傍であれば、横にあつても下にあつてもよいことは勿論である。

また、本実施例ではレーザ光21として、 N_2 レーザ励起ダイ・レーザを使用しているが、これに限定されるものではなく、パッシベーション膜17、燐ガラス膜16、 SiO_2 膜15、13を透過する波長で、多結晶シリコンを加熱できるものであれば、連続発振、パルス発振にかかわらず、適用可能であることは明らかである。パッシベーション膜17が SiO_2 のとき、膜15、16、17はすべて SiO_2 であり、 $300\text{nm} \sim 2\mu\text{m}$ の波長に対して透明である。パッシベーション膜17が Si_3N_4 のときは、膜15、16、17は $400\text{nm} \sim 2\mu\text{m}$ の波長に対して透明である。レーザ光が膜15、16、17に対して透明でなければ、レーザ光はそれらの膜によつて吸収されるから、それらの膜の温度が上昇し、損傷が発生するだけ

すように、照射回数(各レーザ照射領域で50パルス照射することを1回として)とともに、初期値約 $60\text{k}\Omega$ であつたものが約 $3.8\text{k}\Omega$ ずつ低下し、照射回数7回で $33\text{k}\Omega$ まで低下した。この時の照射領域の延長さは $14\mu\text{m}$ である。

また、多結晶シリコン抵抗体11上に設けられた、その多結晶シリコン抵抗体にドーブされた不純物とは異なる不純物がドーブされた島状の多結晶シリコン層14上で、第8図で説明した手順で各レーザ照射領域を70パルスずつ照射することにより、抵抗値は段階的に増大した。すなわち第4図(あるいは第8図)に示した多結晶シリコン抵抗体に対して照射位置を選択することにより、初期抵抗値を増大させることも低減させることも任意に行なうことができる。

さらに、本実施例では、第5図に示した光学系によりレーザ照射する場合について説明して来たが、通常のレーザ加工と同様に円形スポットに集光して、同一箇所にも50パルス、あるいは70パルス照射した後、照射位置を移動させ、さらにレーザ

照射する手順を繰り返すことにより、全く同じ効果が得られることは明らかである。

〔発明の効果〕

以上説明した通り、本発明によれば、半導体集積回路内の抵抗体の抵抗値をパッシベーション膜に損傷を与えることなしに任意に増大あるいは低下させることができ、高性能、高信頼性の半導体集積回路を高歩留りに製造できるという効果が得られる。

図面の簡単な説明

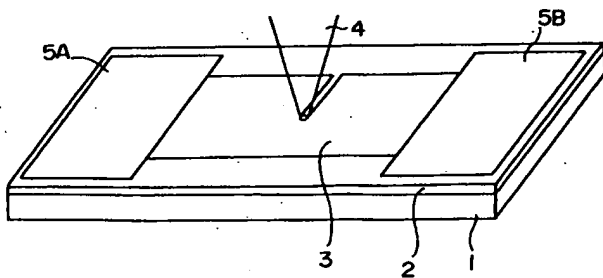
第1図から第3図までは従来の三つの異なる半導体集積回路内抵抗体の抵抗値調整方法を説明するための斜視図、第4図(a)および(b)は本発明の抵抗値調整方法を適用するための、半導体集積回路上に形成された抵抗体のそれぞれ平面図および断面図、第5図は本発明による抵抗値調整方法を実施するためのレーザ光学系の斜視図、第6図および第7図はそれぞれ抵抗体とは反対導電型の領域および同一導電型の領域をレーザ・ビームで照射したときの照射パルス数と抵抗体の抵抗値の関係

を示すダイヤグラム、第8図は本発明の他の一つの実施の態様による抵抗値調整方法を説明するための平面図、第9図は第8図に示す実施の態様における照射回数と抵抗体の抵抗値の関係を示すダイヤグラムである。

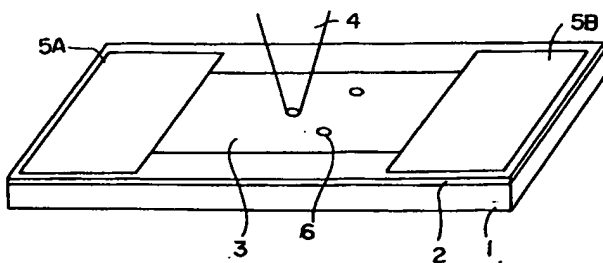
1…Si基板、2…SiO₂膜、11…n型多結晶シリコン抵抗体、12A, 12B…電極、13, 15…SiO₂膜、14…p型多結晶シリコン層、16…硝子ガラス膜、17…最終パッシベーション膜、21…レーザ光、22…可変スリット、23…対物レンズ、24A, 24B…レーザ照射領域。

代理人 弁理士 秋 本 正 実

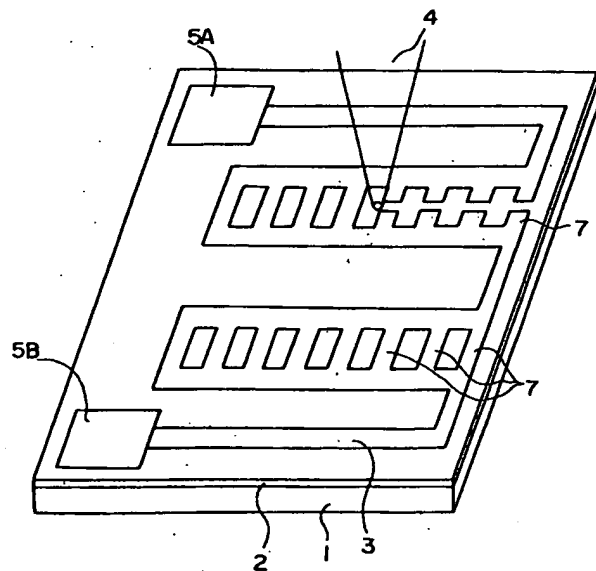
第1図



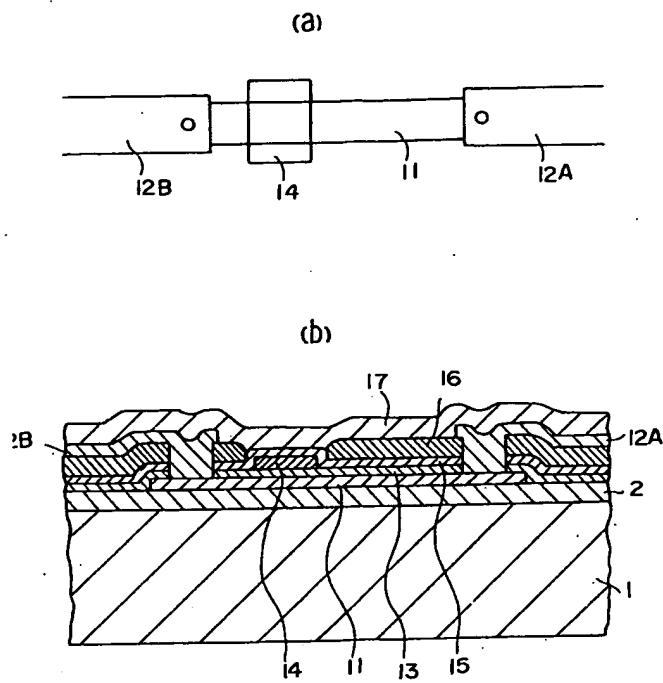
第2図



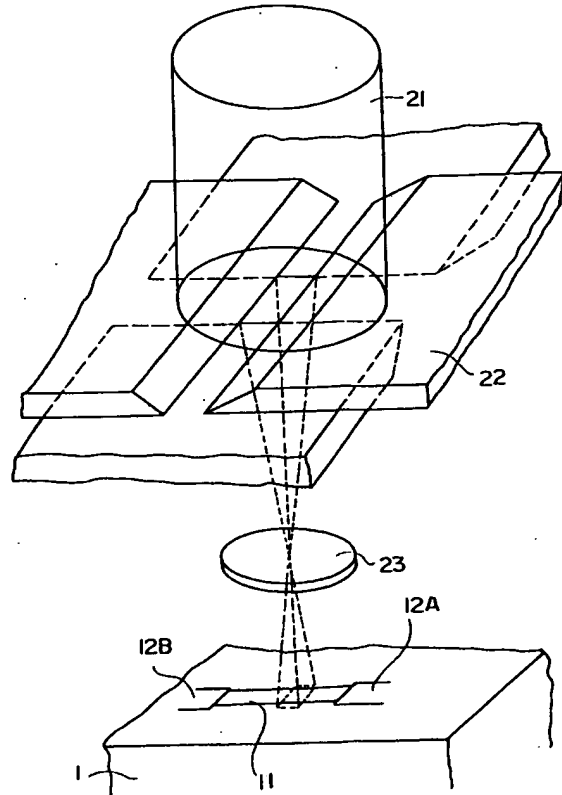
第3図



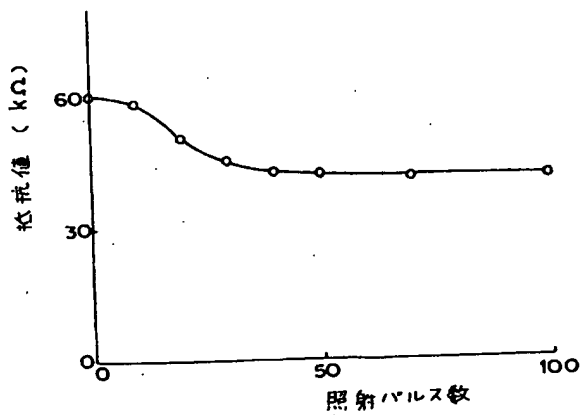
第 4 図



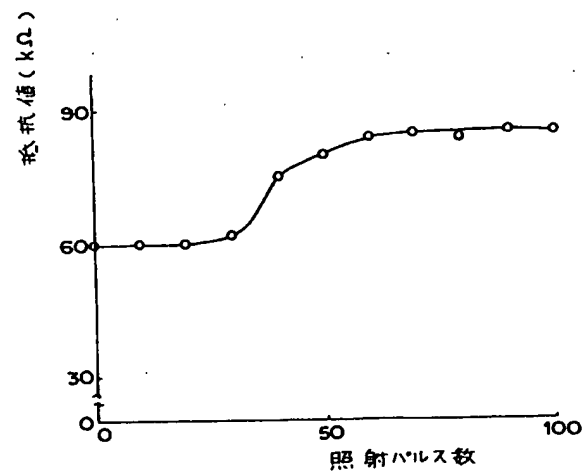
第 5 図



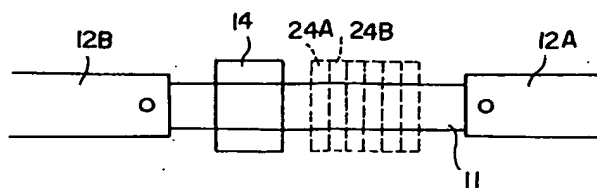
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図

